

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-012060

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

H01M 8/04

H01M 8/06

(71)Applicant : **NISSAN MOTOR CO LTD**

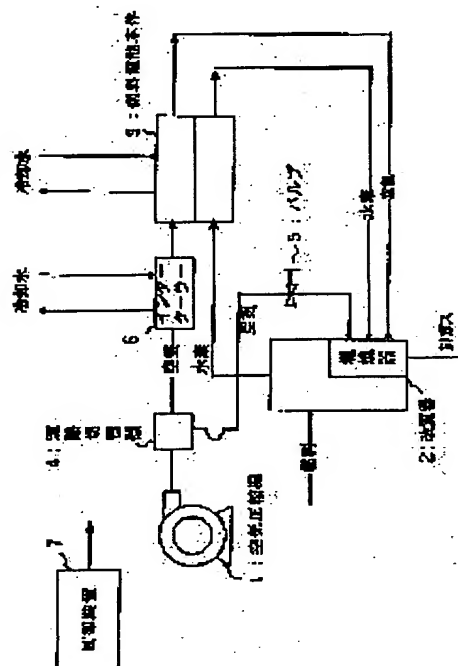
(72)Inventor : YAGI YOICHI  
AOKI KATSUNORI

**(54) FUEL CELL SYSTEM**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system equipped with a reformer equipped with short starting time.

**SOLUTION:** Air sent out from an air compressor 1 for supplying air to a fuel cell 3 is controlled to a desired temperature, supplied to a reformer 2, and used as a heating means in starting the reformer 2. In order to control the temperature of air sent from the air compressor, the air compressor is not necessarily at the maximum efficiency point as fuel cell system operation. The fuel cell system is operated at an operating point shifted to higher pressure side, and high discharge air temperature is obtained. Through the adiabatic compression of air, internal energy is increased and high air temperature can be obtained. By supplying this high temperature air to the reformer 2, reformer starting time can be shortened.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.06.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2005-13442

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 14.07.2005

[Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号

特開 2 0 0 0 - 1 2 0 6 0

(P 2000-12060A)

(43)公開日 平成12年1月14日(2000. 1. 14)

(51) Int. Cl.?

識別記号

FI

テーマコート\* (参考)

H O I M      8/04  
8/06

H O 1 M      8/04  
8/06

X 5H027  
G

審査請求 未請求 請求項の数 4

OL

(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-170835

(22) 出願日 平成10年6月18日(1998. 6. 18)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 八木 洋一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72) 発明者 青木 克徳

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(74) 代理人 100068353

弁理士 中村 純之助 (外1名)

F ターム (参考) 5H027 AA06 BA01 BA09 BC11 CC06  
KK42 KK44 MM04 MM13

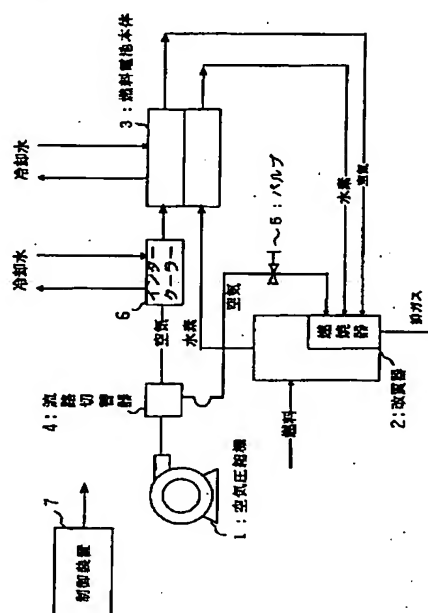
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 起動時間の短い改質器を備えた燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池 3 に空気を供給する空気圧縮機 1 から送出される空気を所望の空気温度に制御して改質器 2 に供給し、改質器起動時の加熱手段として使用する構成。空気圧縮機から送出される空気の温度を制御するには、空気圧縮機を燃料電池システム運転としては必ずしも最高効率点ではない、より高压側にシフトさせた運転点で運転し、これによって高い吐出空気温度を得る。すなわち空気の断熱圧縮により、内部エネルギーを増加させて高い空気温度を得ることが出来る。そしてこの高温の空気を改質器に供給することにより、改質器起動時間を短縮することができる。

( 1 )



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】炭化水素化合物を改質反応に供して水素リッチガスに改質する改質器と、燃料電池本体へ空気を供給する空気圧縮機と、を備えた燃料電池システムであって、

上記空気圧縮機から上記改質器へ空気を送風する流路と、

上記空気圧縮機から吐出する空気を上記燃料電池本体と上記改質器との何れかへ切り替えて送風する切り替え手段と、

上記改質器の起動時に、上記空気圧縮機から吐出する空気の温度が所定温度まで上昇するように上記空気圧縮機を制御し、かつ、上記切り替え手段を上記改質器側へ空気を送るように切り替え制御する制御手段と、

を備え、空気圧縮機からの高温空気をを用いて改質器起動時の温度上昇を促進させ、起動時間を短縮させたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】上記制御手段は、改質器起動時には、上記空気圧縮機の運転点を、通常運転時よりも高圧力比の方向へ変更することにより、吐出空気温度を上昇させるものである、ことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】炭化水素化合物を改質反応に供して水素リッチガスに改質する改質器と、燃料電池本体へ空気を供給する空気圧縮機と、を備えた燃料電池システムであって、

上記空気圧縮機から上記改質器へ空気を送風する流路と、

上記空気圧縮機から吐出する空気を上記燃料電池本体と上記改質器との何れかへ切り替えて送風する切り替え手段と、

上記空気圧縮機の吐出路と吸入路を連結する循環流路と、

上記改質器の起動時に、上記切り替え手段を上記改質器側へ空気を送るように切り替え制御し、かつ上記循環流路を開通させて吐出空気の一部を吸入路に戻すことにより、吐出空気の温度を上昇させるように制御する制御手段と、

を備え、空気圧縮機からの高温空気をを用いて改質器起動時の温度上昇を促進させ、起動時間を短縮させたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項4】上記空気圧縮機と上記燃料電池本体間に設けた冷却手段を備え、

上記制御手段は、上記改質器の起動時に上記改質器が所望の運転温度に昇温されたことを検出した後、上記空気圧縮機を通常運転状態に変更し、かつ上記冷却手段を動作させて吐出空気を冷却させ、上記切り替え手段を上記燃料電池本体側へ切り替えることにより、所望の温度値に制御した空気を上記燃料電池本体のカソード極に供給するように制御するものである、ことを特徴とする請求

項1乃至請求項3の何れかに記載の燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は燃料電池システム、特に改質器からの改質ガスを燃料とする燃料電池システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車など可搬用燃料電池システムに供給される燃料（水素ガス）の供給方法としては、水素ボンベや水素貯蔵合金等に蓄えた水素を用いる場合もあるが、改質器を用いてメタノール等の化石燃料から水素リッチな改質ガスを生成し、それを水素ガスとして用いる場合がある。このような改質器を用いた燃料電池システムにおいて、改質器システムの起動時間（すなわち改質ガスが発生するまでの時間）は、もっとも起動時間の長い改質器の温度上昇時間によって決まる。その理由は、改質器を構成する気化器や改質触媒等が或る温度まで上昇して活性化するため、水素を発生させるための燃料を供給することができないためである。上記起動時間を短縮するため、従来は改質器内部に加熱器や電熱器を組み込んで改質器温度を上昇させる方法（特開平9-63618号公報）や、内部燃焼器で温度上昇用の燃料を燃やして得た熱エネルギーで改質器の温度上昇を図る方法（特開平3-192661号公報、特開平5-3043号公報）などが提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のように改質器の起動時間を短縮する方法は従来から種々提案されているが、自動車など車両搭載用の燃料電池システムの改質器においては、従来方法では未だ不十分であり、起動時間を更に短縮する必要がある。

【0004】本発明は上記のごとき従来技術の問題を解決するためになされたものであり、起動時間の短い改質器を備えた燃料電池システムを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明においては、請求項1に記載のように、燃料電池に空気を供給する空気圧縮機から送出される空気を所望の空気温度に制御して改質器に供給し、改質器起動時の加熱手段として使用するものである。空気圧縮機から送出される空気の温度を制御する方法としては、次のような方法がある。まず第1の方法としては、請求項2に記載のように、圧縮機を燃料電池システム運転としては必ずしも最高効率点ではない、より高圧側にシフトさせた運転点で運転し、これによって高い吐出空気温度を得る方法である。すなわち空気の断熱圧縮により、内部エネルギーを増加させて高い空気温度を得ることが出来る。

【0006】第2の方法としては、請求項3に記載のように、空気圧縮機の吐出路と吸入路を連結する循環流路

を設け、改質器の起動時には循環流路を開通させて吐出空気の一部を吸入路に戻すことにより、吐出空気の温度を上昇させることが出来る。以上の2つの方法は、それを組み合わせて同時に行なうことができる。また、各々を従来の改質器起動時加熱手段すなわち改質器内部に加熱器や電熱器を組み込んで改質器温度を上昇させる方法や、内部燃焼器で温度上昇用の燃料を燃やして得た熱エネルギーで改質器の温度を上昇させる方法と組み合わせることもできる。

【0007】また、請求項4に記載のように、改質器を所望の運転温度に昇温せしめた後、空気圧縮機と燃料電池間に設けた冷却手段（インタークーラ）によって所望の温度値に制御した空気を、燃料電池側に切り替えて、燃料電池のカソード極に供給することにより、通常の燃料電池運転モードにすることが出来る。

#### 【0008】

【発明の効果】本発明においては、改質器を用いた燃料電池システムにおいて、改質器の起動時に空気圧縮機の送出する空気温度を上昇させ、その高温空気を利用することにより、改質器起動時の温度上昇を促進させて起動時間を短縮することが出来る、という効果が得られる。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態を示す模式図である。この実施の形態は、空気圧縮機としてターボ式圧縮機を、改質器として水蒸気法改質器を、燃料電池として高分子膜型燃料電池を構成要素とする改質器型燃料電池システムの例であり、起動用予備加熱手段としては本発明の他に内部燃焼器で温度上昇用の燃料を燃やして得た熱エネルギーで改質器の温度上昇を図る方法を併用している。

【0010】図1において、1はターボ式の空気圧縮機、2は水蒸気法の改質器、3は燃料電池本体、4は空気圧縮機1からの空気を燃料電池本体3と改質器2とに切り替えて供給する流路切り替え器、5は空気圧縮機1から改質器2への流路に設けられたバルブ、6は空気圧縮機1からの温度の上昇した空気を適温まで冷却して燃料電池本体3へ供給するインタークーラである。また、7は上記の燃料電池システムを制御する制御手段であり、例えばCPU、ROM、RAM等からなるマイクロコンピュータで構成される。なお、空気圧縮機1の送出する空気温度、改質器2の温度（特に触媒温度）、燃料電池本体3の空気入り口（インタークーラ6の出口）温度などを計測する温度センサが設けられているが、それらは表示を省略している。

【0011】上記の水蒸気法の改質器とは、燃料（例えばメタノール）と水とを混合したものを触媒で反応させて水素を発生するもの方式の改質器である。そして改質器2は内部燃焼器を備え、この改質器2から燃料電池本体3へ送った水素の一部（過剰分）またはメタノールを上記内部燃焼器へ戻して燃焼させ、それによって改質器

の温度を上昇させる機能も備えている。このような内部燃焼器を備えた改質器としては、例えば特開平9-63618号公報に記載されたものがある。なお、改質器2で発生させた水素を送出する場合には、燃料電池に適した温度まで冷却してから燃料電池本体3へ供給する。

【0012】本実施の形態においては、起動時には空気圧縮機1を制御して、送出する空気の温度を上昇させ、かつ流路切り替え器4を改質器側へ切り替えると共にバルブ5を開いて上記高温の空気を改質器2へ供給し、それによって改質器2の温度を急速に上昇させるものである。

【0013】空気圧縮機1から送出される空気の温度を上昇させる方法としては、次のごとき方法を用いている。すなわち、空気圧縮機1を燃料電池システム運転としては必ずしも最高効率点ではない、より高圧側にシフトさせた運転点で運転し、これによって高い吐出空気温度を得る方法である。このように空気の断熱圧縮により、内部エネルギーを増加させて高い空気温度を得ることが出来る。そしてこの高温の空気を改質器2に供給（詳細後述）することにより、改質器起動時間を短縮することができる。

【0014】空気圧縮機1からの吐出空気温度 $T_2$ は下記（数1）式で与えられる。 $T_2 = T_1 \{ (1/\eta) (\pi^{(\kappa-1)/\kappa} - 1) + 1 \}$  …（数1）ただし、 $\pi = P_2/P_1$ ：圧力比、 $P_1$ ：吸入空気圧力、 $P_2$ ：吐出空気圧力、 $T_1$ ：吸入空気温度、 $\kappa$ ：比熱比、 $\eta$ ：空気圧縮機の断熱効率例えば、吸入空気温度 $T_1 = 30^\circ\text{C}$ で圧力比 $\pi = 3$ 程度にすると、空気圧縮機1の効率を70%程度として、吐出空気温度 $T_2$ は約 $200^\circ\text{C}$ となる。改質器2内の触媒の作動時温度は、例えばメタノールを燃料とする水蒸気法改質器では $300 \sim 350^\circ\text{C}$ であるが、改質器起動用加熱手段としては $200^\circ\text{C}$ 程度の空気であれば使用でき、改質器2の昇温速度を速めることができる。さらに所望の起動時間とするには、改質器2の温度上昇をモニタして、空気圧縮機1の圧力比を所望の温度となるように運転点を決めればよい。上記のごとき制御は、制御装置7からの制御信号によって行なわれる。

【0015】図2は、使用する空気圧縮機がターボ式圧縮機の場合における圧力比と流量との関係を示す性能曲線図である。図2に示すように、モータの回転数を上げることによって圧縮比を上げて、空気圧縮機の運転点を変えることができる。図2に示したように、空気圧縮機の運転点を高圧力側に変更し、比較のために、圧力比 $\pi = 1.5$ の場合と圧力比 $\pi = 3$ の場合で空気圧縮機を動作させて、改質器2が混合ガスを発生できるための反応温度である $300^\circ\text{C}$ までに改質器温度が上昇するまでの時間を比較したところ、圧力比 $\pi = 3$ で運転した場合の所要時間は圧力比 $\pi = 1.5$ で運転した場合に比べ、約30%程度短縮された。

【0016】また、使用する空気圧縮機が可変ストロークタイプのピストン式圧縮機の場合には、仕切り板角度等によりピストンのストローク量を変えることにより、空気圧縮機の運転点（圧縮比）を変えることができる。

【0017】図3は、水蒸気法改質器の概略を示す模式図である。図3に示すように、水蒸気法改質器は、メタノールと水の混合液を気化部13へ送って気化させ、気化した気体を改質部（触媒）12へ送って反応させ、それによって得られた $H_2$ と $CO$ の混合ガスをガス生成部11に通して水素リッチなガスを得るようになってい10  
る。そして従来例の説明に記載したように、通常は起動時に燃料となるメタノールを酸化触媒で燃焼させて得た熱を、ガス生成部11、改質部12、気化部13の各ユニットに導入して改質器全体の温度を上げ、改質器を起動するようになっている。本発明においては、前記のように空気圧縮機1の動作点を変更することによって得た高温空気を、改質器2内のガス生成部11、改質部12、気化部13の各ユニットに導入して改質器全体の温度を上げ、改質器を起動するものである。

【0018】図3において、(A)はガス生成部11、改質部12、気化部13の順に直列に高温空気を与える構成、(B)は上記各ユニットに並列に高温空気を与える構成を示す。なお、空気圧縮機1から導入する高温空気は、上記各ユニットの加熱用であるから、上記各ユニット内を流れるメタノールやガスとは接触しないようにすることは当然である。例えば触媒等の反応部の外壁に接して高温空気の流路を設ければよい。

【0019】また、前記のように、従来の改質器起動時加熱手段すなわち改質器内部に加熱器や電熱器を組み込んで改質器温度を上昇させる方法や、内部燃焼器で温度上昇用の燃料を燃やして得た熱エネルギーで改質器の温度を上昇させる方法と組み合わせて実施することができる。

【0020】また、改質器起動時には燃料電池本体冷却用の冷却水供給は停止させ、また、燃料電池をバイパスする空気供給路は断熱材で覆っておくことにより、空気温度を低下させないようにする。

【0021】（第2の実施の形態）図4は、本発明の第2の実施の形態に用いる空気圧縮機を示す模式図である。図4に示すように、空気圧縮機1の空気吸入路8と吐出路9を連結する循環流路を設け、この流路に設けた循環用バルブ10を開けることにより、吐出側から吸入側に空気を循環することによって吐出空気温度を上昇させることができる。改質器の起動時に改質器が必要とするものは高温の空気であって高圧力の空気ではない。したがって、効率を一時的に積極的に低下させて吐出空気温度を上昇させる方法を用いることが出来る。効率を一時的に低下させる具体的な方法としては図4に示したように、吐出路9と吸入路8をバイパス通路で連結し、そこに設けた循環用バルブ10を開けることにより、吐10

出側から吸入側に高温空気が再循環する。この際、圧縮機効率は低下するものの、吐出温度は上昇する。これにより改質器加熱用の高温空気を供給し、改質器の昇温速度を速めることができる。当然のことながら、循環バルブ10を閉じれば、通常の空気圧縮機として作動することになる。

【0022】なお、第1の実施の形態に示した空気圧縮機1の運転点を変えることによって吐出空気温度を上昇させる方法と、上記第2の実施の形態で説明した方法とは、両方を同時に行なうこともできる。また、図3で説明した事項は第2の実施の形態でも同様である。

【0023】また、第1、第2の実施の形態で説明した方法と、従来の改質器起動時加熱手段すなわち改質器内部に加熱器や電熱器を組み込んで改質器温度を上昇させる方法や内部燃焼器で温度上昇用の燃料を燃やして得た熱エネルギーで改質器の温度上昇させる方法（図1に記載）と、を組み合わせることもできる。

【0024】次に、図5は、制御装置7における制御内容の一部を示すフローチャートであり、改質器2を所望の運転温度に昇温せしめたあと、空気圧縮機1と燃料電池本体3との間に設けたインタークーラ6による冷却によって所望の温度値に制御した空気を燃料電池本体3のカソード極に供給する際の制御を示す。

【0025】図5において、まず、ステップS1では、改質器2の温度が所望の運転温度 $t_1$ に達したか否かを判断する。そして“no”の場合には起動時の昇温動作を継続し、“yes”の場合にはステップS2で混合ガス（改質ガス）が発生したか否かを判断し、“yes”の場合にはステップS3で空気圧縮機1の運転点を通常の運転点に変更する。なお、上記の運転温度 $t_1$ は例えば300～350℃程度の値である。また、ステップS2においては、望ましくは、単に混合ガスの発生を判断するのではなく、所望の発電量に対応する混合ガス流量を確認した時点で“yes”とする。

【0026】次に、ステップS4では、空気圧縮機1と燃料電池本体3との間に設けられたインタークーラ6の冷却水に循環させ、燃料電池本体3へ送られる空気を冷却することが出来る状態に準備する。なお、インタークーラ6の冷却循環水量を制御して空気温度を最適温度に制御することも可能である。

【0027】次に、ステップS5とS6では、燃料電池本体3のカソード極の空気入り口温度が所定の安全温度 $t_2$ 以下になったか否かを判断し、燃料電池カソード極の空気入り口温度が所定値 $t_2$ を越えないように制御しながら、流路切り替え器4を制御して徐々に流路を切り替えて、最終的にはステップS7に示すように流路切り替え器4を燃料電池本体3側に切り替え、燃料電池に空気を供給する。このような操作を行なうことにより、燃料電池に高温の空気が流入することを防ぎ、通常の運転に差し支えないようにすることができる。

【0028】上記のように、図5の制御を行なうことにより、温度制御された高温空気を改質器側から燃料電池側へ切り替えを行い、本燃料電池システムを安全に運転することができる。なお、燃料電池本体3のカソード極に供給される空気温度を冷却するのは、電解質である固体高分子膜の熱的損傷を防ぐため、および供給空気が燃料電池本体の動作温度より高温である場合には空気中の水分の凝縮を引き起こし、その結果、燃料電池ガス流路内部での水詰りによる性能低下（電圧低下）を引き起こすことを防ぐためである。通常の固体高分子膜型燃料電池では、上記の動作温度は90℃程度である。

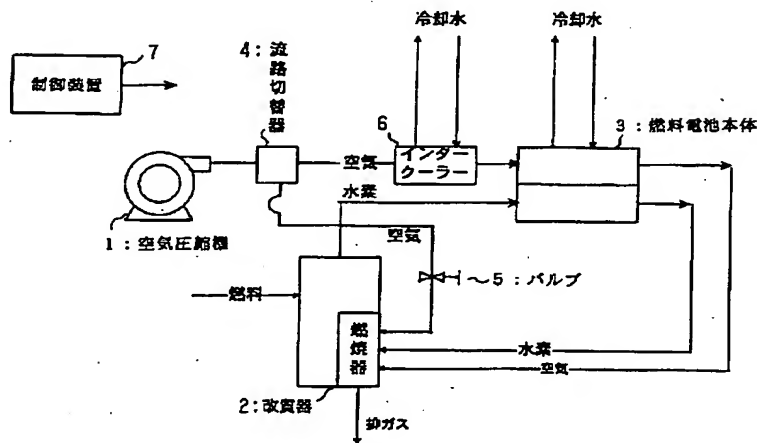
【0029】また、本発明に使用される燃料電池としては、固体高分子型燃料電池、リン酸型燃料電池などがあるが、出力密度の大きさや可搬性を考慮した場合には、固体高分子型燃料電池が適している。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における全体の構成を示す模式図。

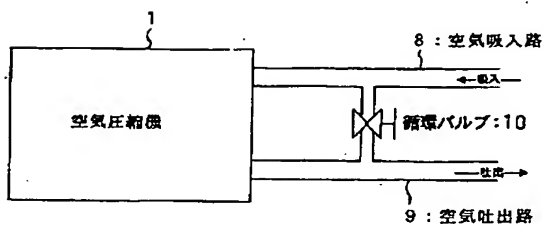
【図2】空気圧縮機がターボ式圧縮機の場合における圧

【図1】



【図4】

(図4)



力比と流量との関係を示す性能曲線図。

【図3】改質器に高温空気を供給する構成の一例を示す模式図。

【図4】本発明の第2の実施の形態における空気圧縮機の構成を示す模式図。

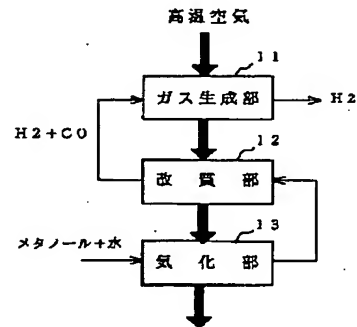
【図5】本発明の燃料電池システムにおける空気圧縮機の高温空気を改質器側から燃料電池側へ切り替える際の制御を示すフローチャート。

#### 【符号の説明】

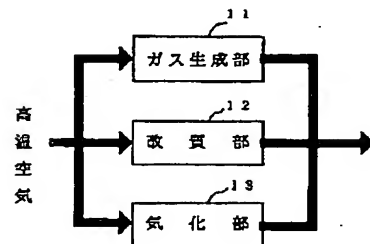
- |              |           |
|--------------|-----------|
| 1…ターボ式の空気圧縮機 | 2…改質器     |
| 3…燃料電池本体     | 4…流路切り替え器 |
| 5…バルブ        | 6…インタークーラ |
| 7…制御装置       | 8…空気吸入路   |
| 9…空気吐出路      | 10…循環用バルブ |
| 11…ガス生成部     | 12…改質部    |
| 13…気化部       |           |

【図3】

(図3)  
(A)

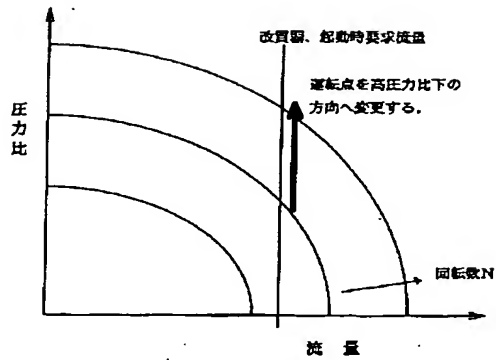


(B)



【図2】

(図2)



【図5】

(図5)

